



## Etude électropalatographique et aérodynamique simultanée des occlusives du français

Denis Autesserre, Bernard Teston

### ► To cite this version:

Denis Autesserre, Bernard Teston. Etude électropalatographique et aérodynamique simultanée des occlusives du français. Travaux Interdisciplinaires sur la Parole et le Langage, 1979, 6, pp.15-22. hal-00241540

**HAL Id: hal-00241540**

**<https://hal.science/hal-00241540>**

Submitted on 6 Feb 2008

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

TRAVAUX DE L'INSTITUT DE PHONETIQUE D'AIX  
Volume 6, 1979. Pp. 95-122

ETUDE ELECTROPALATOGRAPHIQUE ET AERODYNAMIQUE SIMULTANÉE  
DES OCCLUSIVES FRANCAISES

DENIS AUTESSERRE

BERNARD TESTON

(INSTITUT DE PHONETIQUE LA 261)

# ETUDE ELECTROPALATOGRAPHIQUE ET AERODYNAMIQUE SIMULTANEE DES OCCLUSIVES FRANCAISES

## RESUME

Deux prototypes d'électropalatographes, ELPA II et ELPA III, mis au point à l'Institut de Phonétique d'Aix-en-Provence, sont utilisés pour recueillir et analyser les contacts successifs des diverses parties de la langue contre le palais pendant la réalisation des consonnes occlusives du français. Simultanément, on évalue les variations de débit d'air au sortir de la cavité buccale à l'aide du polyphonomètre. La combinaison de ces deux types d'investigation instrumentale conduit le chercheur en électropalatographie à prendre conscience des difficultés de détection des contacts linguaux. Certaines électrodes palatines situées dans la région d'occlusion, ne sont pas activées comme on aurait pu s'y attendre. Toutefois, le caractère systématique de certains décalages entre l'interruption du flux d'air et le déclenchement de l'inscription des électrodes palatines concernées nous emmène à envisager sous un angle nouveau les conditions d'installation de l'occlusion linguale. Par ce type d'exploration on a pu déterminer :

- 1) l'ordre de succession des appuis linguaux par rapport à la période d'interruption de l'air expiré ;
- 2) la durée relative des contacts de la langue aux divers endroits du palais par rapport à la durée globale des trois phases successives de la production d'une occlusive (catastase, tenue, métastase).

Les résultats obtenus viennent compléter les renseignements fournis par d'autres techniques (radiocinéma, électromyographie) et apportent une contribution indispensable à l'étude de la dynamique linguale.

## A SIMULTANEOUS ELECTROPALATOGRAPHIC AND AERODYNAMIC STUDY OF STOP CONSONANTS IN FRENCH

### ABSTRACT

Two prototype electropalatographs : ELPA II and ELPA III, developed at the Institut de Phonétique d'Aix-en-Provence were used to collect and analyse data on successive contacts of various parts of the tongue with the palate during the production of stop consonants in French.

Simultaneously variations in the air flow from the mouth were measured by means of a polyphonometer. The combination of these two types of instrumental investigation brings to light a number of difficulties in the detection of lingual contacts. Certain palatal electrodes situated in the closure region were not activated as might have been expected. However the systematic nature of certain delays between the interruption of the air flow and the setting off of the corresponding palatal electrode suggests that the conditions of establishing lingual occlusion be envisaged from a new angle. With this type of investigation it has been possible to establish :

- 1) the relative order of the lingual pressures compared with the duration of interrupted air-flow,
- 2) the relative duration of tongue contacts with various parts of the palate compared with the overall duration of the three successive phases in the production of a stop consonant (catastasis, closure, metastasis).

The results complete those obtained with other techniques (x-ray film, electromyography) and make an indispensable contribution to the study of lingual dynamics.

## ETUDE ELECTROPALATOGRAPHIQUE ET AERODYNAMIQUE SIMULTANEE DES OCCLUSIVES FRANCAISES

---

D. AUTESSERRE ET B. TESTON  
INSTITUT DE PHONETIQUE, AIX-EN-PROVENCE  
LABORATOIRE ASSOCIE AU C.N.R.S., N° 261

Rendre compte de l'acte de parole "en train de se faire" constitue l'une des exigences essentielles de la recherche en Phonétique physiologique pour ce dernier quart du XXème siècle. Dans cette perspective, les techniques instrumentales mises au service de la Science de la Parole n'ont cessé d'être perfectionnées de manière à permettre au phonéticien d'assister au travail, si délicat, des organes directement concernés par la production des sons du langage. Certains de ces moyens d'exploration sont d'une utilisation relativement récente en Phonétique : que l'on pense, par exemple, à l'électromyographie. D'autres, par contre, apparaissent plutôt comme autant de renouvellements, dans des perspectives plus "dynamiques", de techniques d'investigation déjà connues depuis un certain temps. Il en est ainsi de la radio-cinématographie venue à point nommé compléter les renseignements fournis par la radiographie fixe et, plus récemment, de l'électropalatographie, grâce à laquelle ont été étendues les conditions d'utilisation de l'ancienne palatographie.

Mais, et c'est aussi l'une des tendances constantes de la recherche en Phonétique physiologique, à peine une technique nouvelle commence-t-elle à donner pleinement les résultats escomptés que le chercheur éprouve le besoin de l'associer à d'autres instrumentations existantes afin de mieux cerner, dans toute leur complexité, les faits phoniques soumis à l'analyse. La combinaison de l'électropalatographie et de la mesure des



variations des débits d'air à la sortie de la cavité buccale éclaire d'un jour nouveau l'étude des occlusives linguales du français. Cet ensemble instrumental permet de préciser quelles sont les zones du palais où se produisent les appuis successifs des diverses parties de la langue qui provoquent la fermeture du conduit vocal et, de cette façon, l'arrêt du flux d'air expiré. Après le relâchement de l'occlusion, nous pouvons aussi déterminer, de la même manière, comment se réorganisent les appuis linguaux lors de la production de la réalisation phonique subséquente. On aperçoit ainsi tout l'intérêt de ces techniques pour rendre compte du temps d'établissement de la voyelle (V.O.T.) et, de manière générale, des phénomènes de coarticulation.

## PROTOCOLE EXPERIMENTAL

### I. L'INSTRUMENTATION

Elle est constituée de trois types d'appareils :

- l'électropalatographe
- le polyphonomètre
- les enregistreurs galvanométriques

#### I.1. L'électropalatographe.

L'électropalatographe utilisé (cf. schéma de principe, figure 1) a déjà été décrit de manière détaillée dans notre communication au congrès de Miami (1977). Nous rappellerons brièvement qu'il a été élaboré sur le modèle de celui de KYDD et BELT de 1964 (électrodes indépendantes à droite et à gauche du palais). Cet appareil permet simultanément l'enregistrement de seize contacts entre la langue et les électrodes palatines correspondantes. Deux plaques palatines ont été confectionnées pour cette étude des consonnes occlusives du français (cf. figure 2) : l'une ELPA 2 pour recueillir les zones de contact correspondant à la région d'occlusion de [k] et [g] (en sélectionnant les seize électrodes postérieures); l'autre ELPA 3 pour déterminer les appuis linguaux pendant la production des consonnes occlusives antérieures [t] et [d].

#### I.2. Le Polyphonomètre.

La mise au point de cet appareil a fait l'objet d'une publication commune en 1975 et a été décrit de manière approfondie par B. TESTON

en 1976 (cf. schéma de principe, figure 3). Les variations de débit d'air buccal sont mesurées au moyen d'un capteur de pression sensible associé à une charge pneumotachographique (cf. figure 4). La dynamique maximale du capteur étant de  $\pm 2$  millibars, son utilisation est faite dans une gamme de  $\pm 0,1$  millibars. Cette faible surpression, associée à un temps de montée rapide du capteur (5 Ms), rend possible une restitution satisfaisante des brusques montées qui succèdent à la fermeture du conduit vocal lors de la production des consonnes occlusives. L'enregistrement du signal de parole est obtenu grâce à un laryngophone placé sur le cou du sujet.

### I.3. Les Enregistreurs.

L'oscillogramme du signal de parole ainsi capté (laryngogramme), le signal-image des valeurs prises par le débit d'air buccal (D.A.B.) et les électropalatogrammes correspondant aux électrodes activées par la langue (6 au maximum) sont enregistrés au moyen de deux enregistreurs oscillographiques à jet d'encre - OSCILLOMINK SIEMENS - à une vitesse de défilement de 250 mm/s (vitesse nécessaire pour la mise en évidence de l'ordre de succession des appuis linguopalatins). On se rapportera à la figure 5 pour une vue d'ensemble des appareils utilisés pour cette expérimentation.

## II. CONDITIONS D'EXPERIENCE

Le sujet, ayant en bouche la plaque palatine, le laryngophone autour du cou et les lèvres disposées autour de l'embouchure buccale, prononce une série de phrases. Dans chacune d'elles les consonnes étudiées ([t, d, k, g]) sont présentées dans des contextes choisis :

- la consonne est précédée de la voyelle [a] et suivie des voyelles variables [a], [i] et [u].
- la consonne est précédée des voyelles variables [a], [i], [u] et suivie de la voyelle [a].
- la consonne est précédée et suivie des voyelles [a], [i], [u] (contexte symétrique).

Ces contextes sont définis de manière à permettre une analyse des phénomènes de coarticulation vocalique. Chaque séquence phonique ainsi obtenue est intégrée dans une phrase qui se termine toujours par le mot "papa" ; par exemple : "il t'a dit papa" (cf. figure 6). Chaque phrase est répétée trois fois de manière à vérifier s'il y a bien une permanence dans l'ordre de déclenchement de la durée des contacts. De même, la présence du mot "papa" en finale nous permet de contrôler l'ar-

rêt des contacts linguaux lors de la réalisation de la consonne [p] et de la voyelle [a] (et fournit par la même occasion la possibilité d'effectuer un réglage des seuils de sensibilité).

On fait aussi répéter au sujet d'autres phrases comportant cette fois-ci les consonnes occlusives en contact avec d'autres consonnes ; par exemple, [lt] et [nt] dans la phrase "il t'a donné une tape" (cf. figure 7) et [kl] à comparer à [k] dans la phrase "attaque la banque".

On réalise deux types de documents :

- des électropalatogrammes correspondant à six électrodes et segmentables grâce à la présence du laryngogramme (cf. figure 6)
- des électropalatogrammes et des tracés correspondant aux variations de débit d'air, associés aussi à des laryngogrammes (cf. figures 7 et 8).

## RESULTATS OBTENUS ET LEUR INTERPRETATION

### I. LES DIVERS TYPES DE TRACES ELECTROPALATOGRAPHIQUES ET LEUR INTERPRETATION

#### I.1. Les tracés électropalatographiques.

Par rapport aux segmentations réalisées sur le laryngogramme, les électropalatogrammes peuvent être répartis en trois grandes catégories :

- tracés intermittents dont l'interruption correspond à des segments phoniques bien individualisables sur le tracé laryngographique.
- tracés intermittents moins nombreux dont l'interruption se produit à l'intérieur d'un segment phonique individualisé.
- tracés suprasegmentaux dont les limites ne correspondent pas de manière univoque à un segment phonique repérable sur le laryngogramme.

## I.2. Interprétation des divers types de tracés.

Les différences entre les tracés nettement segmentables en unités phoniques successives et les tracés suprasegmentaux semblent dues à plusieurs facteurs au nombre desquels il convient de compter la position des électrodes sur la plaque palatine : les électrodes situées dans la partie centrale du palais vers l'avant ou vers l'arrière donneront lieu plus souvent à des tracés discontinus que les électrodes situées latéralement. Ceci est en rapport avec le fait que, statistiquement, ce sont les bords de la langue qui établissent un contact de la manière la plus fréquente avec les parties latérales, surtout postérieures, du palais.

Les tracés peu fréquents de brève durée semblent faire intervenir des problèmes de seuils de déclenchement du contact liées

- soit à la position des électrodes (selon, par exemple, qu'elles sont placées sur les papilles de la région alvéolaire ou dans les sillons qui les séparent, ou encore qu'elles sont situées dans la partie postérieure du palais que la langue effleure à peine).

- soit à la différence de force des appuis comme on peut le remarquer avec des électrodes situées symétriquement par rapport au raphé médian et qui pourtant n'occasionnent pas des tracés identiques (problème d'assymétrie).

## II. ORDRE DE SUCCESSION ET DUREE DES CONTACTS "PERTINENTS".

Les tracés les plus intéressants à interpréter sont ceux dont le déclenchement et l'interruption se font de manière à peu près synchrone avec la segmentation du laryngogramme et correspondent aussi à des modifications spécifiques du flux d'air expiré. Bien qu'il y ait rarement coïncidence entre la durée de l'occlusion et la durée des électropalatogrammes correspondant aux électrodes concernées, on peut remarquer toutefois qu'il y a un ordre de succession des tracés qui ont aussi une durée différente.

### II.1. L'ordre de succession.

Pour des électrodes situées dans le sens longitudinal du palais, cette succession se fait de l'arrière vers l'avant. Pour celles qui se trouvent sur le même axe transversal, l'ordre de succession va des côtés (collets des dents) vers la région centrale (raphé médian).

### II.2. La durée.

Il semble que les contacts qui se déclenchent les premiers sont aussi ceux qui durent le plus longtemps.



### III. COMPARAISON ENTRE LES TRACES ELECTROPALATOGRAPHIQUES ET LARYNGO-GRAPHIQUES.

Si des décalages se produisent entre les tracés "pertinents" et les interruptions de débit d'air correspondant à l'occlusion, nous pouvons remarquer cependant que ces décalages :

- sont plus fréquents de l'implosion vers la tenue
- qu'ils n'empiètent jamais sur la montée de débit d'air correspondant à l'explosion.

Ceci pourrait nous engager à segmenter la consonne occlusive avant la montée de débit d'air.

L'électropalatographie et l'étude simultanée des débits d'air conduisent à un approfondissement de l'interprétation des résultats obtenus par rapport à l'interprétation qui découlerait d'une exploitation aérodynamique ou électropalatographique menée séparément.

Leur association concourt, dans le cadre de cette étude, à une meilleure connaissance de la dynamique linguale lors de la production des consonnes occlusives.

Le raffinement de l'analyse des faits phoniques qui en résulte n'aboutit pas, contrairement à ce qu'en disent certains observateurs superficiels, à un atomisme phonétique stérile mais constitue, bien au contraire, la condition préalable à toute connaissance sérieuse du fonctionnement des langues.



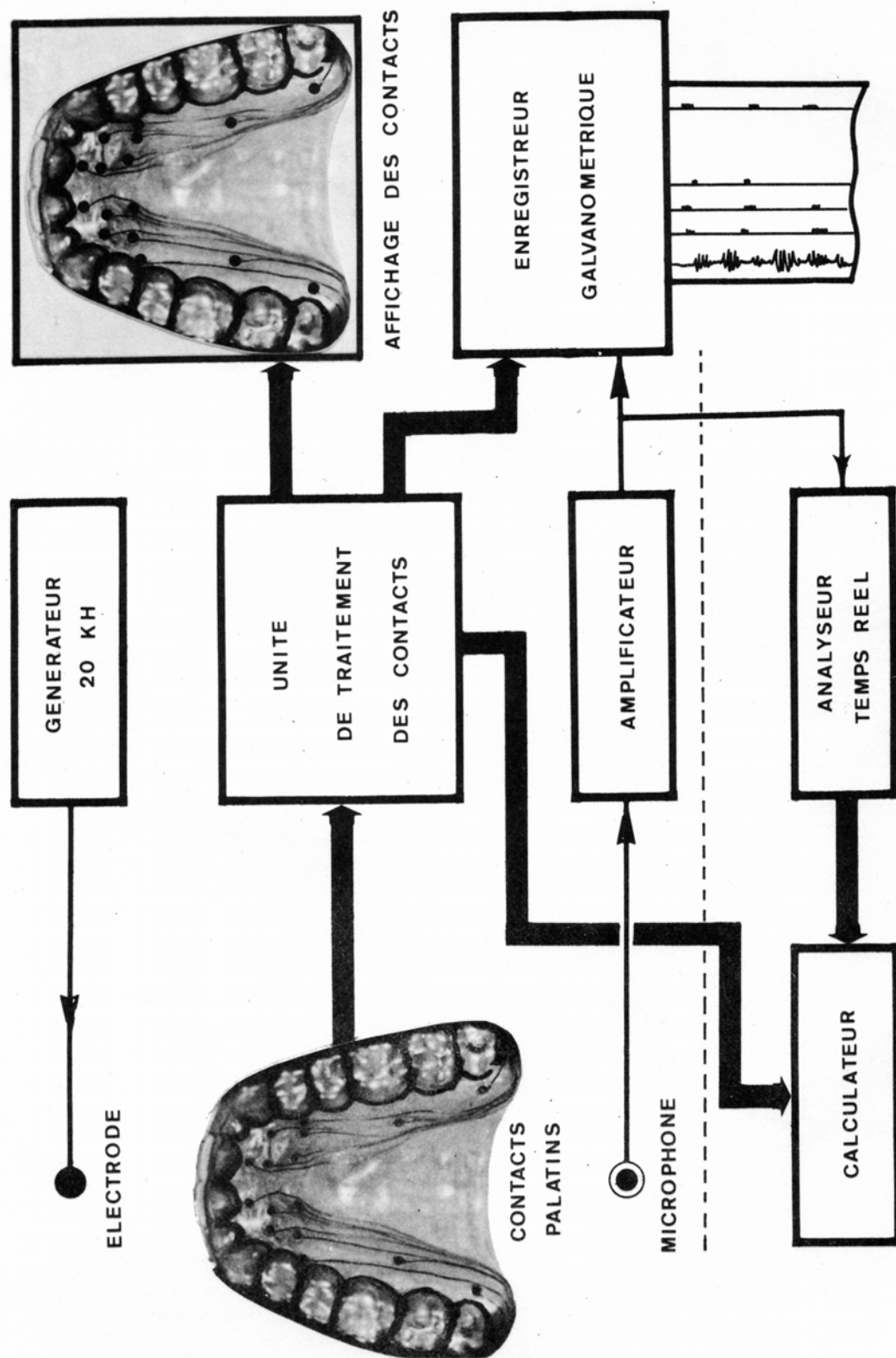
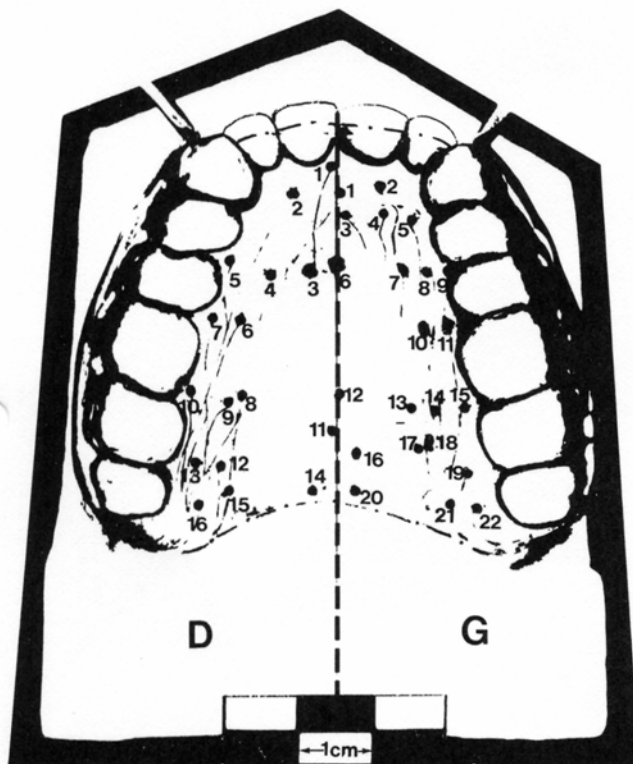
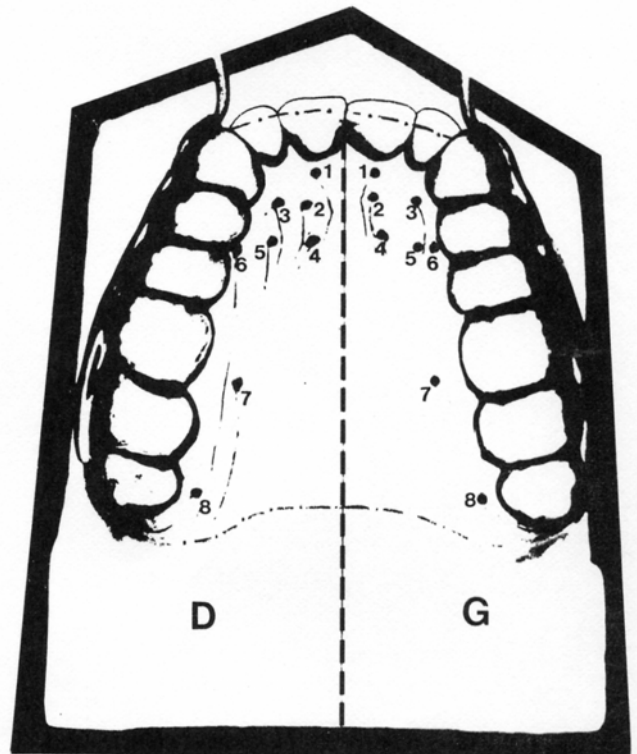


Figure 1. SCHEMA DE PRINCIPE DE L'ELECTROPALATOGRAPHIE



**ELPA 2**



**ELPA 3**

Figure 2. PLAQUES PALATINES UTILISEES POUR L'ETUDE DES CONSONNES OCCLUSIVES DU FRANCAIS

Occlusives antérieures t, d : ELPA 3

Occlusives postérieures k, g : ELPA 2

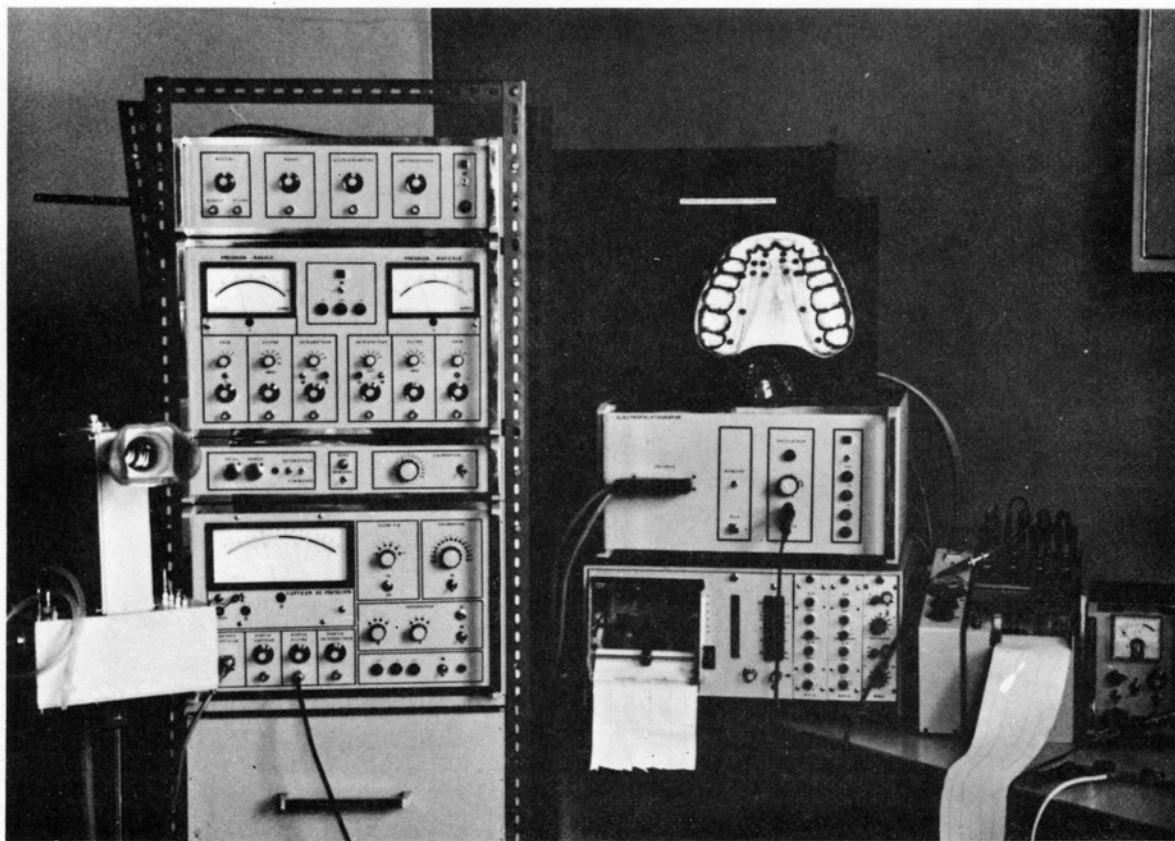


Figure 5. VUE D'ENSEMBLE DES APPAREILS UTILISES POUR LES ETUDES ELECTROPALATOGRAPHIQUE ET AERODYNAMIQUE SIMULTANEEES

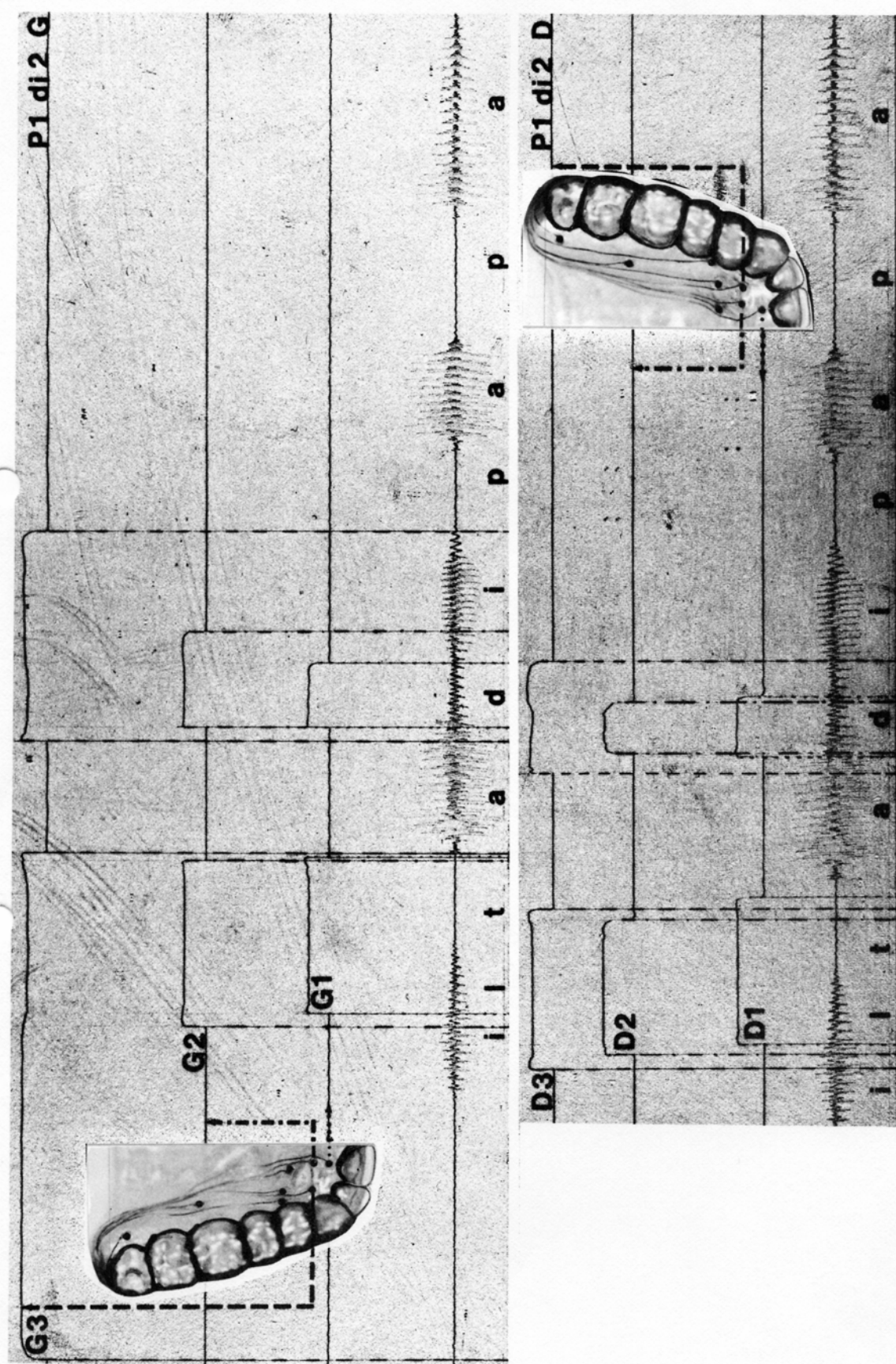


Figure 6. Enregistrement oscillographique des signaux provenant de six électrodes situées dans la partie antérieure de la région alvéolaire, aux lieux d'articulation des réalisations consonantiques [t], [d], [l], prononcées dans l'énoncé "il t'a dit papa"; en bas : laryngogramme.



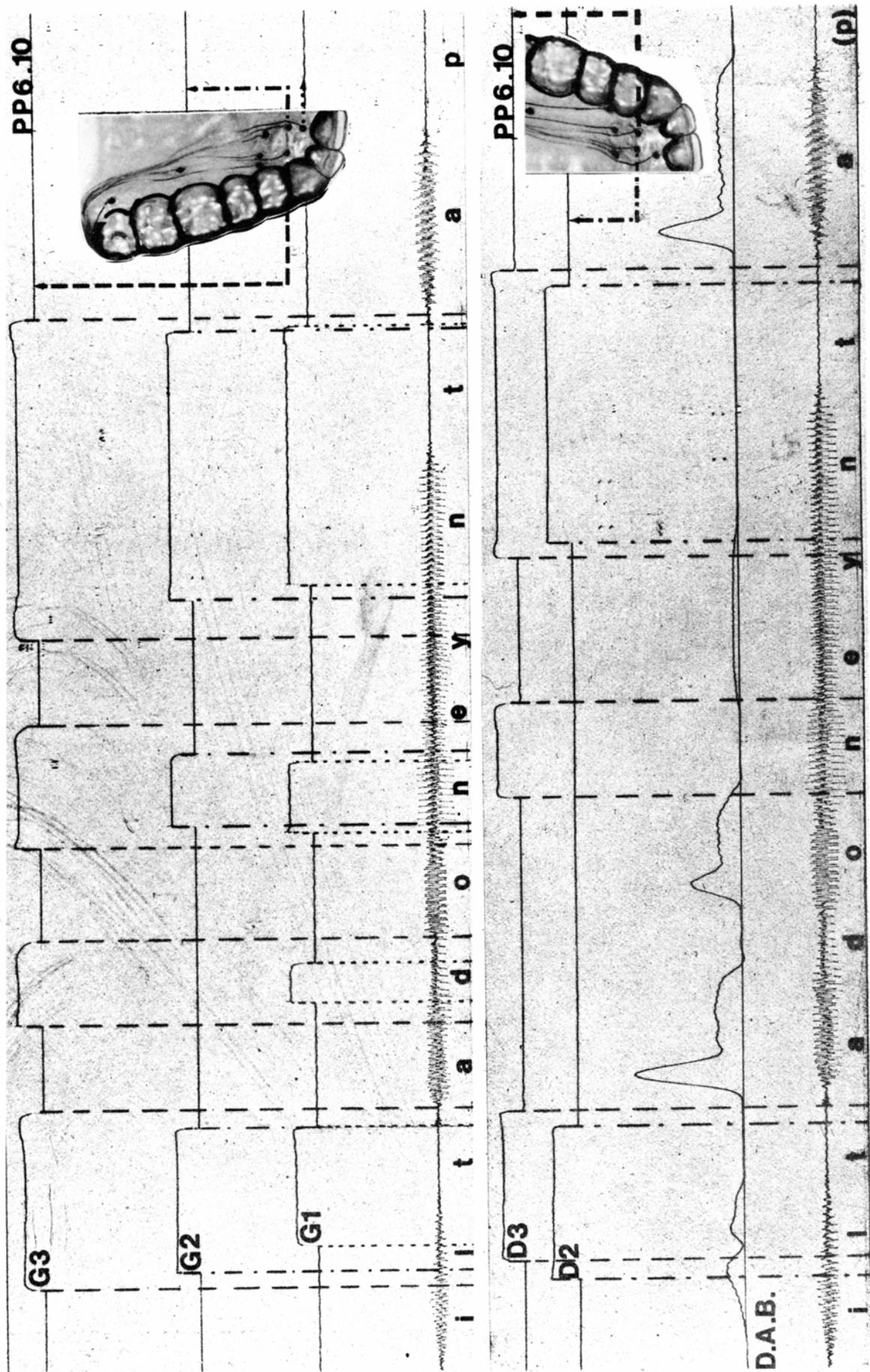


Figure 7. Enregistrement oscillographique simultané des signaux de cinq électrodes situées dans la région alvéolaire (aux lieux d'articulation des réalisations consonantiques [t], [d], [n], [i] et du débit d'air capté à la sortie de la cavité buccale (D.A.B.), lors de la réalisation de la phrase "il t'a donné une tape".



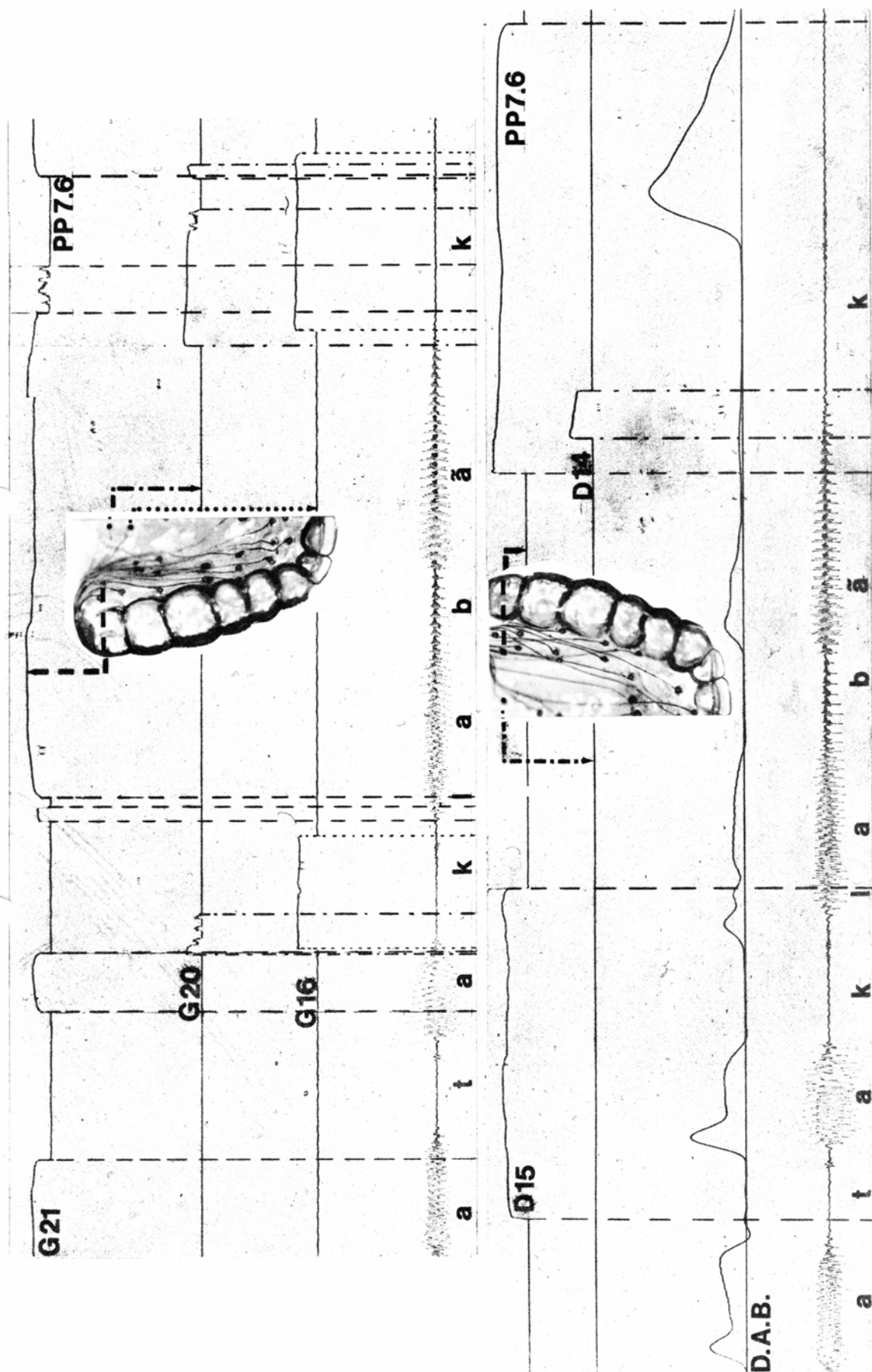


Figure 8. Enregistrement oscillographique simultané des signaux de cinq électrodes situées dans la région vélaire (aux lieux d'articulation des réalisations consonantiques [k] et [g] et du débit d'air capté à la sortie de la cavité buccale (D.A.B.), lors de la réalisation de la phrase "il attaque la banque".

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUTESSERRE, D. et TESTON, B. (1975)  
"Réalisation d'une unité d'analyse polyphonométrique. Sa contribution à l'étude de la nasalité vocalique et de la nasalité consonantique en français parlé à Marseille".  
Cahiers de Linguistique, d'orientalisme et de slavistique, vol. 5-6  
pp. 415-437.
- AUTESSERRE, D. et TESTON, B. (1978)  
"Description of a dynamic electro-palatographic system"  
Proceedings of the International Phonetic Sciences Congress, IPS - 77  
Miami 1977 (sous presse).
- FISCHER - JØRGENSEN E. (1972)  
"ptk et bdg français en position intervocalique accentuée"  
Papers in Linguistics and Phonetics to the Memory of Pierre Delattre  
pp. 143-200.
- HARDCASTLE, W.J. and ROACH, P.J. (1977)  
"An instrumental investigation of coarticulation in stop consonant sequences",  
Walk in progress, Phonetic Laboratory University of Reading, n° 1,  
pp. 27-44.
- TESTON, B. (1976)  
"Description d'un système d'analyse des paramètres articulatoires"  
Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix, vol. 3, pp. 151-207.
- WARREN, D.W. (1976)  
"Aerodynamics of speech production"  
Contemporary issues in experimental phonetics, pp. 105-137.